

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-270329

(43)Date of publication of application : 20.09.2002

(51)Int.Cl.

H01T 1/22
H01J 17/54
H01T 2/02
H01T 14/00

(21)Application number : 2001-067414

(71)Applicant : SHINKO ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 09.03.2001

(72)Inventor : MACHIDA KAZUHIKO

(54) GAS-ENCLOSED SWITCHING DISCHARGE TUBE

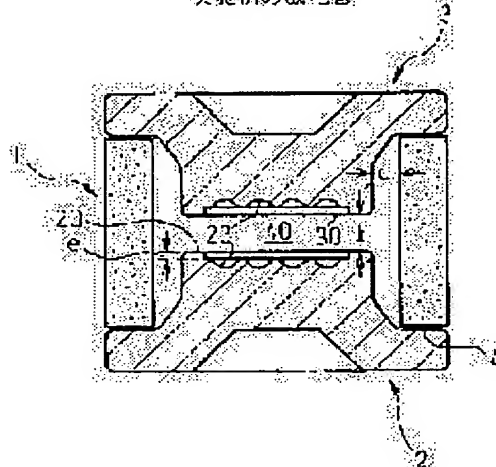
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To elongate a discharge life-time and improve discharge characteristics in a life test or the like.

SOLUTION: In a switching discharge tube so composed that the tube is made of a cylindrical body (1) consisting of an insulating material and the first and the second electrodes (2, 3), that, a discharging gap is formed between the first electrode face (20) of the first electrode and the second electrode face (30) of the second electrode, and that gas is enclosed in an airtight space formed in the inside of the cylindrical body containing the discharging gap, at least on one side of the first electrode face of the first electrode and on the second electrode face of the second electrode, copper plating or silver plating is applied, and a distance (t) of the discharging gap is made longer than the distance (d) from the second trigger wire to the first and the second electrode face.



実施例の放電管



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-270329

(P2002-270329A)

(43) 公開日 平成14年9月20日 (2002.9.20)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト* (参考)

H 0 1 T 1/22

H 0 1 T 1/22

H 0 1 J 17/54

H 0 1 J 17/54

H 0 1 T 2/02

H 0 1 T 2/02

A

14/00

14/00

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-67414(P2001-67414)

(22) 出願日 平成13年3月9日 (2001.3.9)

(71) 出願人 000190688

新光電気工業株式会社

長野県長野市大字栗田字舎利田711番地

(72) 発明者 町田 和彦

長野県長野市大字栗田字舎利田711番地

新光電気工業株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外2名)

(54) 【発明の名称】 ガス封入スイッチング放電管

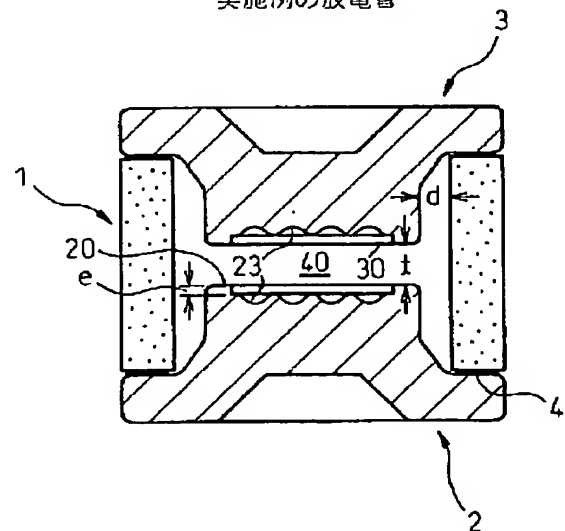
(57) 【要約】

【課題】 ガス封入スイッチング放電管において、放電寿命の延長化と寿命試験時等における放電特性の向上を図る。

【解決手段】 絶縁材からなる筒体 (1) と、該筒体の両端を気密に閉鎖する第一及び第二電極 (2, 3) とからなり、第一電極の第一電極面 (20) と第二電極の第二電極面 (30) との間に放電ギャップが形成され、放電ギャップを含む筒体の内部に形成される気密空間にガスを封入して成るスイッチング放電管において、第一電極の第一電極面及び第二電極の第二電極面の少なくとも一方には、銅めっき又は銀めっきが施され、且つ、放電ギャップの間隔 (t) を、前記第二トリガ線から第一又は第二電極面までの距離 (d) より大きくしたことを特徴とする。

図 1

実施例の放電管



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁材からなる筒体と、該筒体の両端を気密に封止する第一及び第二電極とからなり、第一電極の第一電極面と第二電極の第二電極面との間に放電ギャップが形成され、放電ギャップを含む筒体の内部に形成される気密空間にガスを封入したスイッチング放電管において、

第一又は第二電極を接合する筒体の両端面にメタライズ面を形成し、筒体の内壁面に形成され且つ該メタライズ面に接続する第一トリガ線と、筒体の内壁面に形成され且つ該メタライズ面に接続しない第二トリガ線とを形成し、

第一電極の第一電極面及び第二電極の第二電極面の少なくとも一方には、銅めっき又は銀めっきが施され、且つ放電ギャップの間隔（ t ）を、第二トリガ線から第一又は第二電極面までの距離（ d ）よりも大きくしたことを特徴とするガス封入スイッチング放電管。

【請求項 2】 筒体が円筒体であり、第一電極面及び第二電極面が前記円筒体の中心軸を中心とする略円形で互いに対称に対向して配置され、第一トリガ線は前記メタライズ面から筒体の内壁面を軸方向に延びているが、該筒体の中央部まではのびておらず、第二トリガ線は筒体の内壁面の中央部を軸方向に延びており、且つ第二トリガ線から第一又は第二電極面までの距離（ d ）が、これらの電極面の外周から円筒体の内壁までの半径方向の距離であることを特徴とする請求項 1 に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 3】 放電ギャップの間隔（ t ）が、互いに対向する第一電極面と第二電極面の先端間の距離であることを特徴とする請求項 2 に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 4】 第一電極の第一電極面及び第二電極の第二電極面の少なくとも一方には、銅めっき又は銀めっきが施され、該めっきの厚さが $10 \sim 20 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 5】 第二トリガ線の数第一トリガ線の数よりも多くしたことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 6】 第一トリガ線はメタライズ面から筒体の内壁面を軸方向に延びているが、該筒体の中央部まではのびておらず、第二トリガ線は筒体の内壁面の中央部を軸方向に延びていることを特徴とする請求項 5 に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 7】 第一トリガ線が、一方のメタライズ面から筒体の内壁面を軸方向に延びたものと、他方のメタライズ面から筒体の内壁面を軸方向に延びたものとが、互いに 180 度隔てて 1 対設けられていることを特徴とする請求項 6 に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 8】 1 対の第一トリガ線の各々が、近接して

平行に配置した複数本のトリガ線から成ることを特徴とする請求項 7 に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 9】 第一トリガ線の軸方向の長さが、筒体の軸方向の長さの $1/3$ 以下であることを特徴とする請求項 6 ～ 8 のいずれか 1 項に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 10】 第二トリガ線が、 180 度隔てて 1 対設けられた第一トリガ線の間に略等間隔に複数本形成されていることを特徴とする請求項 6 ～ 9 のいずれか 1 項に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 11】 第二トリガ線の軸方向の長さが、筒体の軸方向の長さの $1/2$ 以上であることを特徴とする請求項 6 ～ 10 のいずれか 1 項に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 12】 第一電極の第一電極面又は第二電極の第二電極面に複数の凹部を形成したことを特徴とする請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 13】 複数の凹部がそれぞれ半球形の窪みであることを特徴とする請求項 12 に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 14】 複数の凹部が 0.8 mm のピッチで一様に配置されていることを特徴とする請求項 13 に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 15】 第一電極面と第二電極面とが、互いに対称に対向して配置され、これらの電極面の大部分を占める中心部が周囲の部分に対して窪んでおり、該窪み部に複数の凹部が形成されていることを特徴とする請求項 13 又は 14 に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 16】 筒体がセラミックからなり、第一電極及び第二電極が 42 アロイ等の鉄－ニッケル合金又はコバルト等の鉄－ニッケル－コバルト合金からなることを特徴とする請求項 1 ～ 15 のいずれか 1 項に記載のガス封入スイッチング放電管。

【請求項 17】 第一電極及び第二電極が筒体にろう付けされていることを特徴とする請求項 1 ～ 16 のいずれか 1 項に記載のガス封入スイッチング放電管。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はガス封入スイッチング放電管に関し、更に詳しくは、放電時の電圧特性を改良したガス封入スイッチング放電管の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 ガス封入スイッチング放電管は、セラミック等の絶縁材からなる筒体と、該筒体の両端を気密に閉鎖する第一及び第二電極とからなり、第一電極の第一電極面と第二電極の第二電極面との間に放電ギャップが形成され、放電ギャップを含む筒体の内部に形成される気密空間にガスを封入して成り、第一電極面と第二電極面との間で放電を生じさせるものである。

【0003】このような従来のスイッチング放電管を完全な暗所に放置してからスイッチングさせた場合、必ず初回の放電開始電圧（FVs）が2発目以降の放電開始電圧（Vs）よりも高い数値を示す。これは、スイッチング放電管が暗所に放置されていることにより、明所状態において常に封入ガスを励起させている光電子による励起効果（光電子効果）がなくなるためである。

【0004】従来は、セラミック筒体の内壁面上にカーボントリガ線の配置すると共に、この配置方法を種々工夫することによって、放電寿命の延長化と寿命試験時のFVs特性の上昇を防止するようにしてきた。例えば、従来のこの種のスイッチング放電管において、放電時の電圧特性を改良するために、電極に接触するセラミック筒体の両端面をメタライズ面として形成し、該メタライズ面と接触し且つ筒体の内壁面上に沿って延びるカーボントリガ線、或いは筒体の内壁面上に形成され且つ前記のメタライズ面に接続しないカーボントリガ線を設けた放電管が提案されている。

【0005】放電寿命の延長化を図るためには、メタライズ面に接するトリガ線の数を削減する必要がある。しかしながら、トリガ線を削減すると、FVsが上昇するという好ましくない問題が発生する。また、カーボントリガ線の配置を種々工夫するだけでは、放電寿命の延長化と寿命試験時のFVs特性の上昇防止とを両立させるのには限界があった。

【0006】また、従来のこの種のスイッチング放電管において、電極とセラミック円筒体との間をろう付けにより接合する関係上、電極の材質として、セラミックとの間で熱膨張係数の差が少ない、即ち低熱膨張合金であるコパール材や鉄・ニッケル合金が採用されていた。しかしながら、これらの材質では、電気伝導度が低く、暗所中における沿面コロナ放電の発生が遅くなり、これがFVsのスイッチング放電開始電圧を2発目以降よりも上昇させてしまう原因となっていた。

【0007】そこで、従来、電極自体を銅で構成し、放電管の内部に充填するガスとして部分的に水素を封入すること（特開昭63-24576号公報）、また、コパールや鉄・ニッケル系合金からなる電極に銅又は銅合金をめっきしたもの（特開平3-77292号公報、特開平3-77293号公報）が提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、ガス封入スイッチング放電管の従来例において、筒体の内部にカーボントリガ線を形成すること、或いはこのカーボントリガ線の配置形状を工夫するだけでは、また、電極自体を銅で構成する、或いはコパールや鉄・ニッケル系合金からなる電極に銅又は銅合金をめっきを施すだけでは、放電寿命の延長化と寿命試験時のFVs特性の上昇防止とを両立させるのには限界があった。そこで、本発明では、電極自体の材質による低電気伝導度をめっき等

を施することにより改善するのに加えて、放電ギャップの間隔や電極面とトリガ線との間隔等を規制することにより、放電寿命の延長化と寿命試験時のFVs特性の上昇防止とを達成することのできるガス封入スイッチング放電管を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を達成するために、本発明によると、絶縁材からなる筒体と、該筒体の両端を気密に封止する第一及び第二電極とからなり、第一電極の第一電極面と第二電極の第二電極面との間に放電ギャップが形成され、放電ギャップを含む筒体の内部に形成される気密空間にガスを封入したスイッチング放電管において、第一又は第二電極を接合する筒体の両端面にメタライズ面を形成し、筒体の内壁面に形成され且つ該メタライズ面に接続する第一トリガ線と、筒体の内壁面に形成され且つ該メタライズ面に接続しない第二トリガ線とを形成し、第一電極の第一電極面及び第二電極の第二電極面の少なくとも一方には、銅めっき又は銀めっきが施され、且つ放電ギャップの間隔を、前記筒体の内壁面に形成したトリガ線から第一又は第二電極面までの距離よりも大きくしたことを特徴とするガス封入スイッチング放電管が提供される。

【0010】筒体は円筒体であり、該筒体の両端面にメタライズ面を形成し、前記第一電極面及び前記第二電極面は前記円筒体の中心軸を中心とする略円形で互いに対称に対向して配置され、第一トリガ線は前記メタライズ面から筒体の内壁面を軸方向に延びているが、該筒体の中央部まではのびておらず、第二トリガ線は筒体の内壁面の中央部を軸方向に延びており、且つ第二トリガ線から第一又は第二電極面までの距離が、これらの電極面の外周から円筒体の内壁までの半径方向の距離であることを特徴とする。また、放電ギャップの間隔が、互いに対向する第一電極面と第二電極面の先端間の距離であることを特徴とする。

【0011】第一電極の第一電極面及び第二電極の第二電極面の少なくとも一方には、銅めっき又は銀めっきが施され、該めっきの厚さが10～20μmであることを特徴とする。第二トリガ線の数を第一トリガ線の数よりも多くしたことを特徴とする。この場合において、第一トリガ線はメタライズ面から筒体の内壁面を軸方向に延びているが、該筒体の中央部まではのびておらず、第二トリガ線は筒体の内壁面の中央部を軸方向に延びていることを特徴とする。

【0012】第一トリガ線が一方のメタライズ面から筒体の内壁面を軸方向に延びたものと、他方のメタライズ面から筒体の内壁面を軸方向に延びたものとが、互いに180度隔てて1対設けられていることを特徴とする。1対の第一トリガ線の各々が、近接して平行に配置した複数本のトリガ線から成ることを特徴とする請求項8に記載の放電管。また、第一トリガ線の軸方向の長さが、

円筒体の軸方向の長さの $1/3$ 以下であることを特徴とする。

【0013】第二トリガ線が、180度隔てて1対設けられた第一トリガ線の間に略等間隔に複数本形成されていることを特徴とする。第二トリガ線の軸方向の長さが、前記円筒体の軸方向の長さの $1/2$ 以上であることを特徴とする。第一電極の第一電極面又は第二電極の第二電極面に複数の凹部を形成したことを特徴とする。複数の凹部はそれぞれ半球形の窪みであることを特徴とする。複数の凹部が0.8mmのピッチで一様に配置されていることを特徴とする。第一電極面と第二電極面とが、互に対称に対向して配置され、これらの電極面の大部分を占める中心部が周囲の部分に対して窪んでおり、該窪み部に複数の凹部が形成されていることを特徴とする。

【0014】筒体がセラミックからなり、第一電極及び第二電極が42アロイ等の鉄-ニッケル合金又はコバル等の鉄-ニッケル-コバルト合金からなることを特徴とする。第一電極及び第二電極が筒体にろう付けされていることを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は本発明の実施形態に係るガス封入スイッチング放電管の断面図であり、図2(a)、(b)は本発明の放電管で用いるセラミック円筒体の展開図である。

【0016】本発明のガス封入スイッチング放電管は、セラミック等の絶縁材からなる円筒体1と、この円筒体1の両端を気密に閉鎖する第一及び第二電極2、3とからなる。円筒体1と第一及び第二電極2、3との間には、ろう材4により接合されている。セラミック円筒体1の両端面はメタライズ面12、14として形成されており、図2(a)に示す例では、メタライズ面12、14側のカーボントリガ線10a、10bは互いに90度隔てて配置されており、合計4本がメタライズ面12、14から交互にセラミック円筒体10の内壁面上を軸方向に延びている。これらのメタライズ面12、14側のカーボントリガ線10a、10bは、その軸方向の長さが比較的短く、セラミック円筒体1の軸方向の長さの約 $1/4$ 以下である。

【0017】一方、セラミック円筒体10の内壁面上を中央部に軸方向に延びているカーボントリガ線10cは、メタライズ面12、14側のカーボントリガ線10a、10bの中間位置に、1本づつ、合計4本配置されている。各カーボントリガ線10a、10b、10cの円周方向の間隔は約45度である。これらの中央部にあるカーボントリガ線10cは、メタライズ面12、14とは接触しておらず、またメタライズ面12、14側のカーボントリガ線10a、10bに対して比較的長く、セラミック円筒体1の軸方向の長さの約 $1/2$ 以上であ

る。

【0018】図2(b)に示す例では、メタライズ12、14面側のカーボントリガ線10a、10bは180度隔てて1本づつ配置されており、一方中央部のカーボントリガ線10cはメタライズ面12、14側のカーボントリガ線10a、10bの間に等間隔(約45度間隔)に3本づつ、合計6本配置されている。電極2、3は、セラミック円筒体10との間でろう材4により接合される関係上、42アロイ等の鉄-ニッケル合金又はコバル等の鉄-ニッケル-コバルト合金等の低熱膨張材で構成されている。これらの電極2、3は互いに同一の形状を有し、電極面20、30はセラミック円筒体1の中心軸を中心として略円形で互に対称に対向して配置され、これらの電極面20、30間で放電ギャップ40を形成している。この放電ギャップ40を含む円筒体1の内部には、周知のようにアルゴン等の不活性ガスが封入され、電極2、3間に所定の電圧を印加すると電極面20、30間で放電が行われるように構成されている。

【0019】図3(a)は図1に示した本発明の実施形態に係るガス封入スイッチング放電管に使用する電極の実施形態を示す断面図、図3(b)は同電極の電極面側から見た平面図である。1対の電極2、3は両者とも同じ大きさ、形状であり、中心軸に対して対称な一体物として形成されており、周囲部分は、円筒体1の端面にろう材4により接合される平坦なフランジ部2a、3aとして形成され、他方の電極に向き合った内側の中央部は電極面20、30として形成されている。

【0020】略円形の電極面20、30は比較的大きな面積を有する。電極面20、30において、それらの大部分の面積を占めている中心部21が周囲の部分22に対して深さeだけ一様に窪んでおり、この窪み部21に複数の半球形の凹部23が形成されている。これらの複数の凹部23は0.8mmのピッチで一様に配置されている。

【0021】このような複数の凹部23を有する電極面20、30は放電活性塗布剤が塗布されており、その塗布剤の量を適正にすることにより、放電寿命を延長させることができる。図1において、電極面20、30の先端部から測定した放電ギャップ40の間隔tは、中央部のカーボントリガ線10cから電極面20、30までの距離、即ちこれらの電極面20、30の外周からセラミック円筒体の内壁までの半径方向の距離dより大きくなるように形成されている。

【0022】図4(a)は比較例として示すガス封入スイッチング放電管の電極の断面図、図4(b)は同電極の電極面側から見た平面図である。図3(a)及び

(b)に示した本発明の実施形態に係る電極と相違する点は、電極面20、30の面積が本発明の場合と比べて小さく、また、電極面に設けた複数の半球形の凹部23のピッチが前記実施形態の電極と比べて小さい(0.4

10

20

30

40

50

mmのピッチ)点である。他の点は図3(a)及び(b)に示した本発明の実施形態に係る電極と同様である。

【0023】この比較例に示した電極を採用して図1に示すようなガス封入スイッチング放電管を構成する、即ち、図1における電極2、3を図4(a)及び(b)に示して電極に代えて組み込むと、電極面20、30の外周からセラミック円筒体の内壁までの半径方向の距離dが比較的大きく、したがって電極面20、30の先端部から測定した放電ギャップ40の間隔tを距離dより大きくすることは困難である。

【0024】以上説明したように、本発明のガス封入スイッチング放電管の特徴は次の(1)及び(2)の点である。

(1)本発明では、放電電極に、銅めっきを採用した。電極の材質としては、セラミックとろう付けする関係上、上述のように、セラミックの線熱膨張係数に近いコパル材・鉄ニッケル合金を採用するが、これらの材質は、電気伝導度が銅と比較して15%程度しかなく、暗所中における沿面コロナ放電の発生が遅くなり、これがFVsのスイッチング放電開始電圧を2発目以降の放電開始電圧Vsよりも上昇させてしまう原因であった。そこで本発明では、電極の全面に銅めっきを施すことによって、FVsのスイッチング放電開始電圧を2発目以降の放電開始電圧Vsに近づけることが可能になり、かつ

製造ロット毎の電極の放電特性のバラツキも少なくなった。即ち、約15%近い変動が、約5%以内に収まるようになった。

【0025】(2)また、本発明では、放電ギャップの間隔と、セラミック内壁に施したカーボントリガ線との最短にある放電電極面までの間隔について、放電ギャップの間隔を常に後者よりも広く設定した。これによりFVs特性を、より安定させることが可能となった。

【0026】

【実施例】次に、本発明の実施例を幾つかの比較例との関係において説明する。

1)銅めっきを施した電極と施さない電極を用いて、それぞれ同じ工程で製造した放電管のサンプルを、その良品について、暗所中に100時間以上放置して且つ暗所中にスイッチング放電開始電圧のFVsを測定した結果を表1に示す。

【0027】これらの測定において使用した放電管(比較例1及び比較例2)では、図4(a)及び(b)に示す電極を使用している。また、トリガ線の配置は図2(a)に示すものである。比較例1は銅めっきを施していないもの、比較例2は銅めっきを施したもので、銅めっきを施すことにより、FVs及びVsがどのように変化するかを調べた。

【0028】

【表1】

	比較例2		比較例1	
	初期	暗所FVs	初期	暗所FVs
1	800	824	812	912
2	804	832	818	872
3	810	846	802	882
4	804	848	786	834
5	814	818	796	844
6	818	836	784	854
7	806	852	820	840
8	798	876	772	900
9	790	798	856	896
10	792	816	812	904
最大値	818	876	856	912
平均値	803.6	834.6	806.8	873.8
最小値	790	798	772	834
3σ	26.95	66.39	48.43	87.33

【0029】表1からわかるように、銅めっきを施した電極は銅めっきを施していない電極に比べFVs特性を低く抑えることが出来る。

2)放電ギャップの間隔と、セラミック内壁に施したトリガ線と放電電極面までの最短距離の間隔について、後

者のトリガ線までの間隔を広くしたもの(比較例3)と、常に放電ギャップの間隔を広く保ったもの(比較例4)について、測定した。

【0030】これらの測定において使用した放電管においては、比較例3のものは図4に示す電極を採用し、比

較例 4 のものは図 3 に示した電極を採用した。また、トリガ線の配置は図 2 (a) に示すものである。

【0031】

【表 2】

	比較例 4		比較例 3	
	初期	暗所FVs	初期	暗所FVs
1	794	816	784	862
2	812	828	812	884
3	794	822	814	828
4	818	828	818	856
5	780	800	784	824
6	816	832	768	816
7	792	828	818	860
8	800	840	824	884
9	786	814	816	848
10	826	836	792	836
最大値	826	840	824	884
平均値	801.8	824.4	803	849.8
最小値	780	800	768	816
3 σ	45.82	35.41	57.71	71.46

【0032】表 2 からわかるように、放電ギャップの間隔を常に広く保つことにより、F v s 特性をより安定化させることが可能になり、所期の効果が得られることがわかる。このデータも、暗所中に 100 時間以上放置して且つ暗所中にてスイッチング放電開始電圧の F V s を測定した結果である。

3) 以上のことから、銅めっきと前記 1) で述べた電極に銅めっきを施すことと、2) で述べた放電ギャップに関する関係を組み合わせる放電管を製造した場合には、F v s 特性を低く、且つ安定化させた最も優れた特性を示すことがわかる。このような電極を用いた放電管の実施例についての測定結果を表 3 に示す。この実施例では、図 3 に示した電極を使用し、電極の表面に銅めっきを施した放電管を用いた。トリガ線の配置は図 2 (a) に示すものである。

【0033】

【表 3】

	実施例	
	初期	暗所FVs
1	798	824
2	802	820
3	806	838
4	796	830
5	812	832
6	798	812
7	806	826
8	790	804
9	814	822
10	812	830
最大値	814	838
平均値	803.4	823.8
最小値	790	804
3 σ	23.84	29.99

【0034】4) 次に、銅めっきの厚さの影響について調べてみた。初期特性だけを見れば、銅めっきの厚さは規定する必要はない。めっきが付いていれば F v s 特性は良好な結果を示すためである。ただし、暗所放電寿命特性に関する測定を実施した場合は、めっきの厚さを 10 μ m ないし 20 μ m とした場合が最適な F v s を示す。これは下記に示す結果が出ているためである。

【0035】以下の a) ~ c) の測定における試験条件

は次のとおりである。

＜試験条件＞

イグナイタ：スタンレー電気（株）製

試験サイクル：1秒動作／1秒停止（約100Hz）

試験状態：絶縁チューブ4枚 被服

測定間隔：初期・5万回・10万回・15万回・20万回 各24時間以上放置後、測定。

【0036】20万回寿命試験終了後、24時間放置後の測定から更に48時間以上放置して、再度測定。

測定器：Tektronix TDS544Aオシロスコープ／Tektronix P6015A電圧プローブ

なお、以下のa)～c)の測定においては、図1に示す放電管を用い、電極は図3に示すものを採用しており、

＜サンプルNo. 1＞ 銅めっきの厚み10 μ m未満

	初期	50000	100000	150000	200000		48時間以上放置
FVs	840	844	976	968	986		982
Vs	828	812	812	778	796		796

単位：V

【0039】b) 銅めっき厚み20 μ m以上の場合（実際は30 μ m程度）

放電寿命試験中にFVs、Vsともに急激に放電開始電圧が低下してしまう。これは、電極の材質を無酸素銅にした銅電極と全く同じ傾向である。銅は柔らかい金属であるために放電試験中のスパッタによって飛散しやすく、寿命試験を継続した場合、セラミック円筒体の内壁に飛散したスパッタ物質によって、放電開始電圧の急激

セラミック筒体のカーボントリガ線の配列は図2（b）に示すものを採用している。

【0037】a) 銅めっきの厚み10 μ m未満の場合暗所放電寿命特性試験を実施すると、累計放電回数5万回までは良好な結果を示しているが、それ以上になると銅めっき無しの電極と同じ寿命特性に陥ってしまう。これは、銅めっきが薄いため寿命試験中のスパッタによって電極の表面と薄い銅めっきがすぐに飛散して電極の地金が露出してしまい、銅めっきを施していない従来の電極と変わらなくなってしまう為であると推定される。この結果を表4及び図5に示す。

【0038】

【表4】

な低下、および絶縁劣化を起こす為と推定される。このことは、寿命試験後のスイッチング放電管を分解した場合、セラミック円筒体の内壁がスパッタ物質の飛散によって真っ黒く変色していることから推定した。この結果を表5及び図6に示す。

【0040】

【表5】

＜サンプルNo. 2＞ 銅めっきの厚み20 μ m以上

	初期	50000	100000	150000	200000		48時間以上放置
FVs	837	804	800	764	738		830
Vs	772	704	696	680	678		688

単位：V

【0041】c) 銅めっきの厚み10 μ mないし20 μ mの場合

この場合は、放電寿命試験時に最も良好なFVs特性を

示す。この結果を表6及び図7に示す。

【0042】

【表6】

＜サンプルNo. 3＞ 銅めっきの厚み10 μ m～20 μ m

	初期	50000	100000	150000	200000		48時間以上放置
FVs	844	832	812	882	876		840
Vs	820	772	756	752	744		748

単位：V

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のガス封入スイッチング放電管によれば、（1）電極の表面に銅めっきを施したことにより、FVs特性を低く抑えることが出来、良好な結果が得られる。また、本発明によれば、放電電極面と筒体の内壁に施したトリガ線までの間隔に対し、放電ギャップを広く設定することで、暗所放

電中におけるFVs特性の安定化を促進することが可能となった。これは、主放電は放電ギャップ間で行われるが、放電開始に至るまでには下記の経緯がある。即ち、

（1）電極両端に電位差が発生することにより、トリガ線から初期電圧が発生して封入ガスを励起しはじめる。

（2）同時に沿面コロナ放電が、トリガ線から主放電（放電電極面で発生）面までの電極表面に発生すること

により、上記(1)と併行して封入ガスの励起を始め、電子なだれ現象を起こして主放電に至る。結果として放電ギャップの間隔を、常に筒体の内壁のトリガ線から放電電極までの最短距離よりも広くすることによって、このFVS特性を安定化させる効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

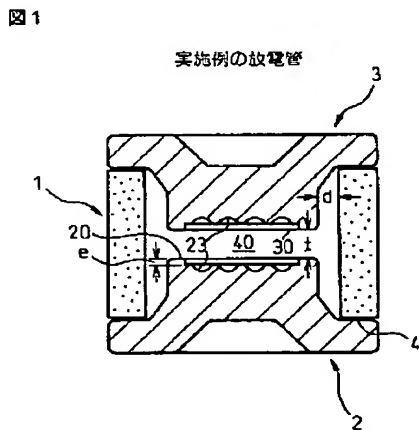
【図1】本発明の実施例に係るガス封入スイッチング放電管の断面図である。

【図2】(a)、(b)は本発明の実施例に係る放電管のセラミック円筒体の内壁の展開図で、トリガ線の配置例を示す。

【図3】(a)は本発明の実施例に係る放電管に使用する電極の断面図及び(b)はその電極を電極面側から見た平面図である。

【図4】(a)は比較例としての放電管に使用する電極の断面図及び(b)はその電極を電極面側から見た平面図である。

【図1】



【図5】銅めっきの厚さを10 μ m未満とした場合の暗所放電寿命試験結果を示す。

【図6】銅めっきの厚さを20 μ m以上とした場合の暗所放電寿命試験結果を示す。

【図7】銅めっきの厚さを10～20 μ m以上とした場合の暗所放電寿命試験結果を示す。

【符号の説明】

1…セラミック円筒体

2, 3…電極

4…ろう材

10…カーボントリガ線

12, 14…メタライズ面

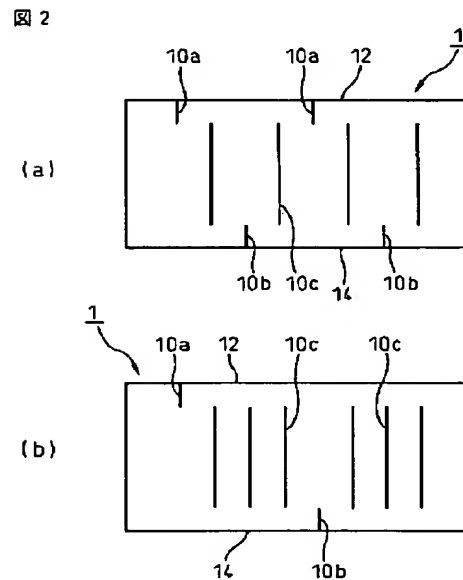
20, 30…電極面

21…窪み面

22…周縁部

23…凹部

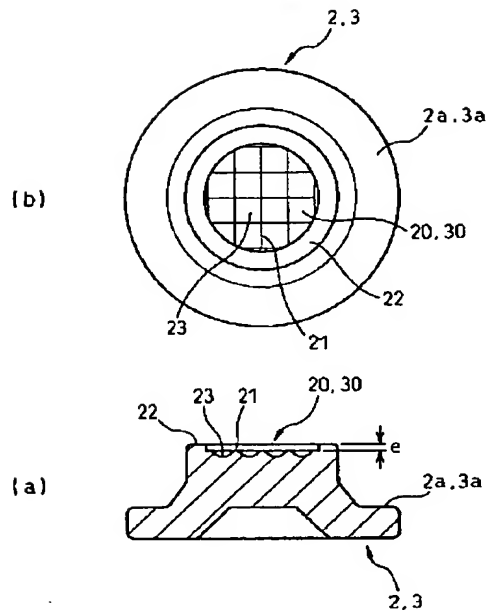
【図2】



【図3】

図3

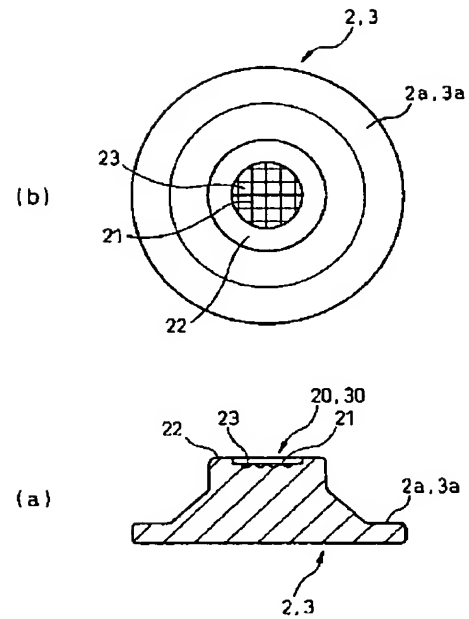
実施例の電極



【図4】

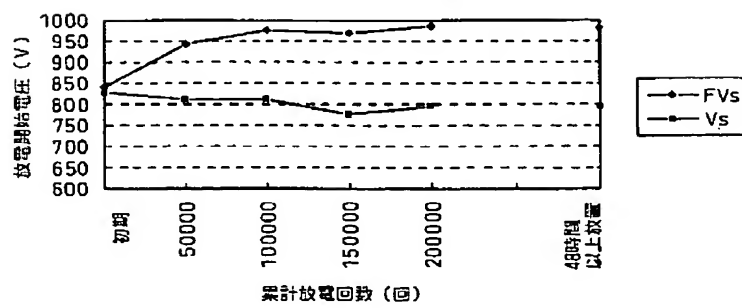
図4

比較例の電極



【図5】

図5

銅めっき10 μ m未満における略所放電寿命試験結果

【図6】

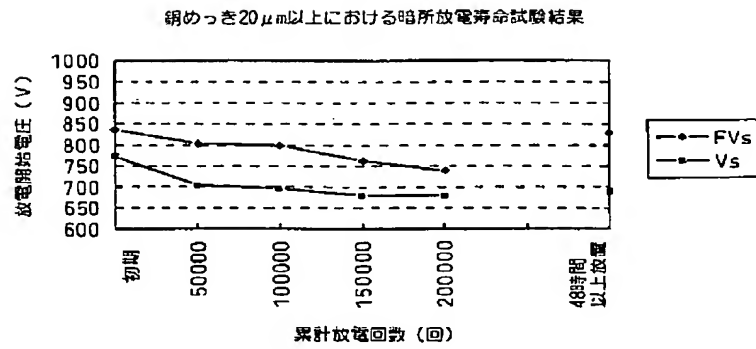


図6

【図7】

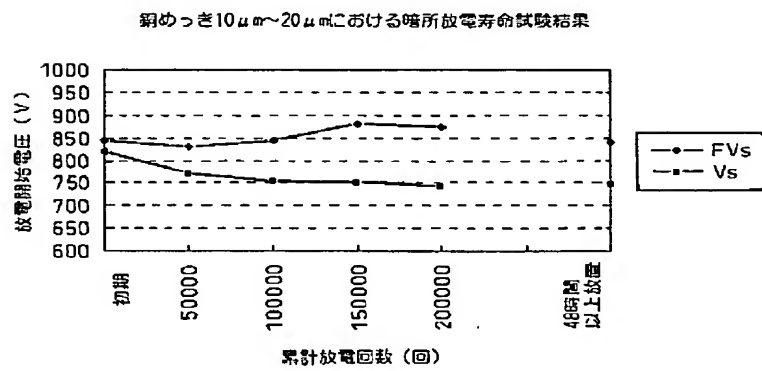


図7